

уровень цивилизованности государства.

Уровень технологии предприятий по очистке сточных вод может быть определен по значению коэффициента безотходности – K_B :

$$K_B = 0,33(K_B^T + K_B^Ж + K_B^Г),$$

где $K_B^T, K_B^Ж, K_B^Г$ – коэффициенты использования твердой, жидкой и газовой фазы осадков.

Из регионального опыта

$$K_B = 0,33[(0-1) + (5-40) + 1] = 2-14\%.$$

Исходя из того, что безотходным технологиям соответствует $K_B \geq 95\%$,

$K_B = 75-94\%$ – малоотходные;

$K_B < 75\%$ – многоотходные технологии,

то при увеличении K_B^T до 100 отечественные многоотходные технологии будут переведены в разряд малоотходных.

Однако это возможно только при согласованных действиях всех заинтересованных участников: производителей отходов, производителей стройматериалов, при содействии санитарных, экологических организаций и органов местного самоуправления.

1.Абрамович И.А. Утилизация сточных вод. – К.: Оригинал, 1993. – 278 с.

2.Гироль Н.И., Журба М.Г. Доочистка сточных вод. – К.: Левобережное, 1998. – 92 с.

3.Дрозд Г.Я. Надежность канализационных сетей // Водоснабжение и санитарная техника. – 1995. – №10. – С.2-4.

4.Запольский А.К., Брык М.П., Гвоздяк П.И. Физико-химические основы технологии очистки сточных вод. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.

Получено 18.04.2005

УДК 628.3

С.С.ДУШКИН, д-р техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОСАДКОВ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Исследуется механизм образования и физико-химических показателей осадков и возможность их обработки и утилизации в зависимости от технологической схемы очистки природных и сточных вод.

Большое разнообразие осадков, образующихся в процессе очистки природных и сточных вод различного исходного качества, обуслов-

ливают необходимость систематизации и классификации осадков для облегчения выбора оптимальных приемов их обработки и утилизации [1]. Осадки природных вод могут быть классифицированы:

а) по происхождению: осадки вод поверхностных источников и осадки вод подземных источников;

б) по качеству воды источника: осадки поверхностных вод (характеризуются отношением Π к мутности M исходной воды) – мало-мутных цветных вод ($\Pi/M \geq 10$ град.л/мг), вод средней цветности и мутности ($1 \leq \Pi/M \leq 10$ град.л/мг), вод повышенной мутности ($\Pi/M \leq 1$ град.л/мг); осадки подземных вод (характеризуются по виду определяющего загрязнения исходной воды) – железосодержащие, повышенной жесткости, фторсодержащие, марганецсодержащие и др;

в) по виду реагентов, используемых при очистке воды: осадки, образованные с помощью солей Al и Fe ; флокулянтов; сочетания минеральных коагулянтов и флокулянтов;

г) по условиям образования: осадки из отстойников и осветлителей со взвешенным слоем, промывных вод фильтров, промывных вод контактных осветлителей, растворных баков реагентов;

д) по водоотдающей способности: осадки, легко отдающие воду, обезвоживание которых может быть осуществлено без предварительной подготовки либо с добавлением небольших количеств реагентов, и осадки с низкой водоотдающей способностью, которые могут обезвоживаться только после предварительной подготовки путем добавления повышенных доз химреагентов или предварительного промораживания и оттаивания.

Работа выполнена в рамках государственной программы охраны окружающей среды – 4-е направление научно-исследовательских работ Министерства образования и науки Украины

Анализ исследований, выполненных Г.Я.Дроздом, Н.И.Зотовым, В.Н.Маслаком и др. [1], Л.Я.Шевченко [2] и В.А.Ковальчуком [3], показывает, что перспективным направлением утилизации осадков природных и сточных вод является их использование в сельском хозяйстве и промышленности. Однако широкое распространение этот способ в практике не нашёл в связи с недостаточным изучением механизма образования и физико-химических показателей осадков природных и сточных вод, что ограничивает область использования и применения их в промышленности и сельском хозяйстве.

Цель исследований – изучить особенности механизма образования и физико-химические показатели осадка природных и сточных вод.

Осадки образуются при очистке природных и сточных вод от избыточного содержания растворенных в них веществ, а также от планктона и загрязнений, поступающих в водоисточники с дождевыми, талыми и сточными водами и получающихся в результате размыва русел рек и торфяников [3].

В общем виде осадки природных и сточных вод представляют собой сложную многокомпонентную пространственную систему с сильно развитой поверхностью, объединяющую в единое целое, большой комплекс различных по происхождению, качеству и свойствам веществ. Основными компонентами осадка являются продукты гидролиза химических реагентов в сочетании с минеральными веществами и органическими веществами (ил, фито- и зоопланктон, микроорганизмы и др.), а также нерастворимые примеси, вносимые в воду вместе с коагулянтном.

Наиболее широкое распространение в качестве химических реагентов для очистки воды получили минеральные коагулянты в виде солей Al и Fe , что обуславливает наличие в осадках значительных количеств гидротированных окислов Al и Fe , определяющих свойства осадка.

Осадок, образующийся при обработке воды катионами флокулянтов, характеризуется более крупными и прочными хлопьями, чем при использовании коагулянтов. Анионные флокулянты используются в сочетании с минеральными коагулянтами. Осадок, образующийся при этом, состоит из загрязнений, скоагулированных гидроксидом Al и Fe в хлопья, которые объединены в крупные агрегаты с помощью макроионов флокулянтов. Адсорбируясь одновременно на нескольких твердых частицах, принадлежащих разным хлопьям, эти макроионы объединяют всю массу осадка полимерными мостиками в единое целое. Укрупнение взвешенных в воде частиц происходит благодаря их слипанию между собой под действием молекулярных сил притяжения.

Количество образующихся осадков в зависимости от качества обрабатываемой воды, вида применяемых коагулянтов, конструктивных особенностей сооружений, в которых оседает осадок, изменяется обычно от 0,1 до 1%, а в отдельных случаях достигает 5% объема очищаемой воды.

Дисперсионный состав осадков природных и сточных вод представлен грубодисперсными минеральными и органическими частицами размером от 10^{-4} мм и более. К грубодисперсным относятся песчаные и глинистые частицы, частицы карбонатных пород, гидроокиси металлов, ил, микроорганизмы и другие вещества. К коллоидным от-

носятся минеральные и органические частицы почв, глин, продукты жизнедеятельности водных организмов и растительности, гуминовые вещества. Гранулометрический состав взвешенных частиц в природных и сточных водах применяется в зависимости от условий очистки водно-дисперсных систем. Содержание взвешенных веществ в воде одного водоисточника зависит от сезонных колебаний. В равнинных реках содержание взвешенных веществ от 10 до 300 мг/л. Существенное влияние на гранулометрический состав осадка оказывают гуминовые вещества, находящиеся в коллоидном и растворенном состояниях, и соотношение различных их форм.

В соответствии с методикой определения химического состава природного минерального сырья в сухом остатке, получаемом при высушивании осадка до постоянной массы при $t = 105^{\circ}\text{C}$, находят в процентах нерастворимый остаток, потери при прокаливании, ХПК, содержание SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO и органических веществ. Обычно для свежих осадков природных и сточных вод (получаемых после 45-60 мин. отстаивания) содержание сухого вещества составляет 0,3-0,4%, а в других случаях достигает – 0,8-3% и более. Наличие в осадке минеральных примесей в виде песка, глины и других веществ характеризуется нерастворимым осадком, полученным при обработке сухого вещества осадка HCl . Органическая часть сухих веществ приблизительно определяется в процессе их прокаливании при $t = 500^{\circ}\text{C}$ до постоянной массы. Содержание в сухом остатке органического углерода колеблется для цветных маломутных вод в пределах от 5 до 20% и более, а для мутных малоцветных – до 5%.

Плотность является параметром, по величине которого можно судить о структуре осадка, возможности его уплотнения и обезвоживания и о качестве исходной воды. Плотность осадка зависит от его массовой концентрации и плотности твердой фазы. Увеличение содержания минеральных примесей отражается на структуре осадка, что говорит о снижении его влажности. Осадок при этом получается тяжелым и компактным. Добавка высокомолекулярных веществ совместно с минеральными коагулянтами позволяет получить более плотный осадок. Колебания качества исходной воды соответственно приводят к изменению плотности образующихся осадков.

Вязкость большинства жидких низкомолекулярных систем, включающих и сильно разбавленные дисперсные системы, подчиняется закону Ньютона и Туазейля. Для таких систем вязкость остается постоянной независимо от величины прилагаемого извне усилия [4]. Дисперсные системы часто характеризуют относительной вязкостью,

представляющей собой зависимость между абсолютной вязкостью дисперсной системы в целом μ и вязкостью дисперсной среды $\mu_{жс}$, т.е.

$$\mu_{отн} = \mu / \mu_{жс} . \quad (1)$$

Частицы твердой фазы осадка сужают пространство, занятое жидкостью, что приводит к увеличению градиента скорости в поперечном сечении потока. Поэтому вязкость дисперсной системы всегда выше вязкости дисперсной среды и, следовательно, $\mu_{отн}$ всегда больше 1.

Одним из технических показателей является способность осадка перемещаться под действием силы тяжести по наклонной поверхности. Эта способность и определяет днища сооружений, используемых для накопления осадка, подлежащего в дальнейшем удалению. Угол наклона поверхности, соответствующий началу сползания лежащего осадка, называется углом скольжения осадка, величина которого зависит от состава и структуры осадка, а также от его концентрации.

Анализ данных различных исследований позволяет сделать вывод, что прочность хлопьев осадков природных и сточных вод не зависит от размера первичных частиц, образующих хлопья, а определяется прочностью и числом контактов в единице объема, размером и формой частиц, а прочность каждого контакта – силами адгезии. Предельное напряжение сдвига, характеризующее структурную прочность исследуемых осадков по методике С.Я.Вейцера и П.А.Ребиндера, соответствует усилию, обеспечивающему смещение плоской пластины в осадке.

Влажность осадка, обычно выражаемая в процентах, зависит от количественного содержания влаги, заключенной в порах осадка, определяется как отношение массы воды $m_{жс}$, находящейся в порах осадка, к массе всего осадка $m_{ос}$

$$W = m_{жс} / m_{ос} . \quad (2)$$

Влажность является одним из основных параметров, определяющих количество и качество образующегося осадка, а, следовательно, объемы и стоимость сооружений для его обработки. Обычно влажность осадков, образующихся в процессе реагентной очистки природных и сточных вод, колеблется от 92-94 до 99,5-99,8% в зависимости от качества исходной воды и технологической схемы её обработки.

Связь влаги с твердой фазой обуславливает водоотдающую способность осадка и определяет возможность применения тех или иных обезвоживающих аппаратов. Вся влагу в осадках можно разделить на

четыре группы: химически связанную; физико-химически связанную; физико-механически связанную; свободную.

Химически связанная вода входит в состав веществ и не выделяется даже при термической сушке. Удаление химически связанной влаги ведет к изменению начальных свойств веществ. Физико-химической связью удерживается адсорбционная и осмотическая влага. Физико-механической связью удерживается капиллярная и структурная влага, а также влага смачивания, при этом количество связанной влаги зависит от геометрической формы, размеров и расположения твердых частиц дисперсной фазы, что определяет величину и форму пор между частицами. Характер связи влаги с твердыми частицами осадка обычно изучают в процессе тепловой сушки.

Выполненные исследования условий образования и физико-химических показателей осадков позволяет обосновать метод их обезвоживания и утилизации в зависимости от технологической схемы очистки природных и сточных вод.

1.Шевченко Л.Я., Дрозд Г.Я., Зотов М.І., Маслак В.М. Осади водогінних станцій: витяг і утилізація. – Луганськ: Вид-во Луганського аграрного університету, 2004. – 196 с.

2.Шевченко Л.Я. Количественная оценка сточных вод и осадков станций очистки природных вод, сбрасываемых в водные объекты Украины // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб: Вып.29. – К.: Техніка, 2001. – С.118-120.

3.Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. – Рівне: ВАТ "Рівненська друкарня", 2002. – 662 с.

4.Душкин С.С., Гриценко А.В., Внукова Н.В., Сорокина Е.Б. Водоснабжение, водоотведение и улучшение качества воды. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 154 с.

Получено 27.03.2005

УДК 628.162.1 : 628.112.2

Б.М.БОРИСОВ, Е.А.ЛЮБАВИНА, кандидаты техн. наук

Харьковский государственный университет питания и торговли

ОКИСЛИТЕЛЬНО-СОРБЦИОННЫЙ МЕТОД ПРИ ОСВЕТЛЕНИИ, ОБЕСЦВЕЧИВАНИИ И ДЕЗОДОРАЦИИ ПРИРОДНЫХ ВОД

Рассматривается проблема удаления загрязнений из воды путем фильтрования через различные зернистые загрузки. Рекомендуется использовать метод окисления совместно с сорбционным методом осветления, обесцвечивания и дезодорации воды. Для одноступенчатых реагентных схем оптимальные условия осуществления процесса создаются в осветлительно-сорбционных контактных осветлителях. В качестве загрузки рекомендуются гранодиоритный песок и гранулированный уголь марки АГ-М.

Увеличивающаяся загрязненность водных объектов формирует опасность попадания вредных для здоровья человека веществ в питьевую воду. В настоящее время активно ведутся исследования по интен-